



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Patentschrift

## DE 198 50 175 C 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 M 15/00**  
G 01 N 37/00  
G 01 D 1/18  
G 01 D 21/00

⑯ Aktenzeichen: 198 50 175.7-52  
⑰ Anmeldetag: 30. 10. 1998  
⑱ Offenlegungstag: -  
⑲ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 4. 5. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑳ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

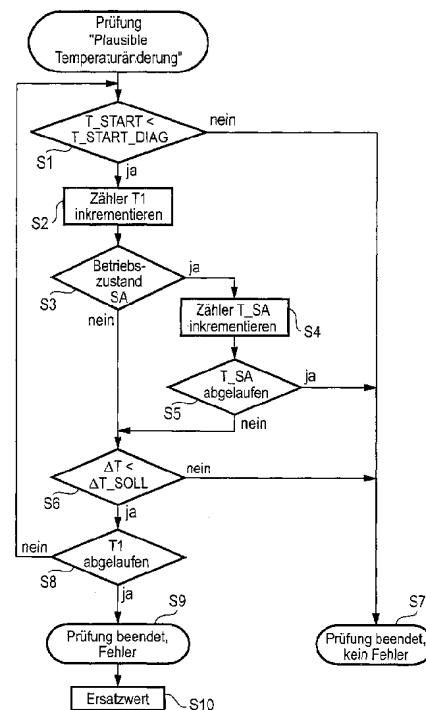
㉑ Erfinder:  
Cianciara, Wojciech, 93173 Wenzenbach, DE;  
Mader, Ralph, 93077 Bad Abbach, DE; Stürtz,  
Michael, 93059 Regensburg, DE; Fischer, Gerhard,  
93142 Maxhütte-Haidhof, DE

㉒ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	197 05 766 C1
DE	33 28 450 A1
US	55 53 489

㉓ Verfahren zum Überprüfen von analogen Sensoren

㉔ Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird überprüft, ob sich eine positive Änderung des Meßsignals ( $T$ ) einstellt, wenn das Meßsignal ( $T_{START}$ ) beim Start der Brennkraftmaschine unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes ( $T_{START\_DIAG}$ ) liegt. Es erfolgt ein Fehlereintrag, wenn innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne ( $T_1$ ) die Änderung des Meßsignals ( $\Delta T$ ) ausgedrückt als Differenz zwischen dem Meßsignal ( $T_{START}$ ) beim Start der Brennkraftmaschine und dem aktuellen Wert des Meßsignals ( $T$ ) bei Ablauf der Zeitspanne ( $T_1$ ) einen Erwartungswert ( $\Delta T_{SOLL}$ ) nicht erreicht.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überprüfen von analogen Sensoren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Mit zunehmendem Einsatz der Elektronik in Kraftfahrzeugen wächst auch die Zahl der eingebauten Sensoren und Sensorsysteme – nicht nur für die reinen Fahrfunktionen, sondern auch für die Sicherheitsfunktionen, zur Schonung der Umwelt und für den Komfort. Über ein elektronisches Steuergerät, daß seine Informationen von diesen Sensoren erhält, werden geeignete, zum Betrieb der Brennkraftmaschine nötigen Maßnahmen ergriffen wie zum Beispiel die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung geregelt. Um eine optimale Ausnutzung des Kraftstoffs bei geringster Belastung der Umwelt und höchsten Fahrkomfort zu gewährleisten, werden unter anderem mittels analogen Temperatursensoren die Ansauglufttemperatur und insbesondere die Temperatur des Kühlmittels der Brennkraftmaschine erfaßt. Da die Ausgangssignale dieser Temperatursensoren sowohl das Motor-, als auch das Abgasmanagement beeinflussen, müssen diese Temperatursensoren hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit überprüft werden.

Aus der DE 33 28 450 A1 ist ein Verfahren zur Überprüfung von Meßfühlern bekannt, welche die für die Betriebsbedingungen einer Brennkraftmaschine repräsentative, in einer Überprüfungseinheit statisch überwachte elektrische Meßsignale erfassen. Die Meßsignale der Brennkraftmaschinen Betriebsparameter werden zyklisch erfaßt und hinsichtlich ihrer Meßwertänderung von einem Abfragezyklus zu einem darauffolgenden überprüft und nur dann akzeptiert, wenn die Meßwertänderung innerhalb zulässiger Grenzen liegt. Stochastische Störungen werden aus dem Meßsignal ausgeblendet, registriert und bis zu einer sinnvollen Grenze toleriert. Bei einer Erkennung eines fehlerbehafteten Meßsignals wird eine diesem Fehler entgegenwirkende Notfahrprozedur aktiviert. Bei einem solchen Verfahren läßt sich feststellen, ob sich das Sensorausgangssignal innerhalb eines plausiblen Wertebereichs befindet.

Sensoren, insbesondere Temperatursensoren zeigen unter Umständen ein sporadisches Verhalten in der Weise, daß das Sensorausgangssignal auf einen konstanten Wert innerhalb des plausiblen Wertebereiches springt. Dieser Fehler kann sich auch selbst heilen. Die bekannte Gradientenprüfung kann diese Sprünge nur dann detektieren, wenn sie während des Betriebes der elektronischen Steuerungseinrichtung, die das Ausgangssignal des Sensors auswertet, auftreten. Tritt der Fehler bei ausgeschalteter Steuerungseinrichtung auf, wird er nicht erkannt. In einer darauf folgenden Betriebsphase, d. h. bei Wiederstart der Brennkraftmaschine wird der nun konstante Wert des Ausgangssignals des Sensors als in Ordnung betrachtet. Aufgrund der falschen Information wird die Brennkraftmaschine nicht optimal gesteuert oder geregelt, was insbesondere zu erhöhten Abgasemissionen führen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Überprüfen von analogen Sensoren anzugeben.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird überprüft, ob sich eine positive Änderung des Meßsignals einstellt, wenn das Meßsignal beim Start der Brennkraftmaschine unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes liegt. Es erfolgt ein Fehlereintrag, wenn innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne die Änderung des Meßsignals, ausgedrückt als Differenz zwischen dem Meßsignal beim Start der Brenn-

kraftmaschine und dem aktuellen Wert des Meßsignals bei Ablauf der Zeitspanne einen Erwartungswert nicht erreicht.

Da eine eventuelle Fehlerheilung in diesem Fahrzyklus nicht mehr möglich ist, wird während des darauffolgenden Fahrzyklus überprüft, ob innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne der Betrag der Änderung des Meßsignals den Erwartungswert überschreitet. Wenn dies der Fall ist, dann gilt der Fehler als geheilt. Damit lassen sich sporadisch auftretende Fehler von permanent auftretenden Fehlern zuverlässig unterscheiden, wodurch das unnötige Auswechseln von Sensoren vermieden werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Als typischer Sensor in einer Brennkraftmaschine wird ein die Kühlmitteltemperatur der Brennkraftmaschine erfassender Temperatursensor überprüft. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Ablaufdiagramm zur Überprüfung eines plausiblen Temperaturanstiegs zur Fehlererkennung und

**Fig. 2** ein Ablaufdiagramm zur Überprüfung einer plausiblen Temperaturänderung zur Fehlerheilung

Bei dem anhand der **Fig. 1** dargestellten Ablaufdiagramm zur Prüfung eines analogen Temperatursensors wird davon ausgegangen, daß sich nach dem Start der Brennkraftmaschine eine positive Temperaturänderung einstellen wird, wenn die Temperatur beim Start der Brennkraftmaschine unterhalb eines abstimmbaren Schwellenwertes liegt.

In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird deshalb unmittelbar nach dem Start der Brennkraftmaschine das Signal T\_START des Temperatursensors erfaßt und überprüft, ob dieser Wert unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes T\_START\_DIAG liegt. Dieser Schwellenwert wird experimentell ermittelt und ist in einem Speicher einer Steuerungseinrichtung für die Brennkraftmaschine abgelegt. Wird beim Start der Brennkraftmaschine der Schwellenwert T\_START\_DIAG bereits erreicht, so wird keine Prüfung auf Plausibilität des Ausgangssignals des Temperatursensors durchgeführt und das Verfahren ist zu Ende (Verfahrensschritt S7). Dieser Fall tritt insbesondere dann ein, wenn die Brennkraftmaschine nur kurz abgestellt und anschließend wieder gestartet wird. Die Temperatur der Brennkraftmaschine ist bereits so hoch, daß nach deren Wiederstart die Temperaturänderung aufgrund des erneuten Betriebes nur sehr gering ist und somit keine sinnvolle Prüfung des Temperatursensors möglich ist.

Liegt die Temperatur beim Start T\_START unterhalb des erwähnten Schwellenwertes T\_START\_DIAG, so wird im Verfahrensschritt S2 ein Zeitzähler für eine abstimmbare Zeitspanne T1 inkrementiert und anschließend im Verfahrensschritt S3 überprüft, ob sich die Brennkraftmaschine im Betriebszustand Schubabschaltung SA befindet. Liegt dieser Betriebszustand vor, so wird ein weiterer Zeitzähler für eine abstimmbare Zeitspanne T\_SA inkrementiert und anschließend abgefragt, ob die vorgegebene Zeitspanne T\_SA schon abgelaufen ist (Verfahrensschritte S4 und S5). Da im Betriebszustand Schubabschaltung die Kraftstoffeinspritzung unterbrochen ist und somit keine Verbrennungsvorgänge in den Zylindern stattfinden, stellt sich auch keine Temperaturerhöhung ein. Überschreitet die Summe der Zeiten, innerhalb derer sich die Brennkraftmaschine im Betriebszustand Schubabschaltung befindet, die vorgegebene Zeitspanne T\_SA, so wird davon ausgegangen, daß sich die Brennkraftmaschine nicht um einen vorgegebenen Wert  $\Delta T$  erhöht und das Verfahren ist zu Ende (Verfahrensschritt S7).

Ist die Zeitspanne T\_SA noch nicht abgelaufen, wurde die Brennkraftmaschine also nur für kurze Zeiten im Betriebsbereich Schubabschaltung betrieben oder war die Abfrage im Verfahrensschritt S3 negativ, so wird im Verfahrensschritt S6 geprüft, ob die Temperaturänderung  $\Delta T$  unterhalb

eines vorgegebenen Erwartungswertes  $\Delta T_{SOLL}$  liegt. Hierzu wird der aktuelle Wert  $T$  der Temperatur erfaßt und die Differenz zwischen diesem Wert  $T$  und dem Wert beim Start der Brennkraftmaschine  $T_{START}$  gebildet ( $\Delta T = T - T_{START}$ ) und mit dem Erwartungswert  $\Delta T_{SOLL}$  verglichen.  
5

Liegt die Temperaturänderung oberhalb des Erwartungswertes, so ist die Prüfung beendet (Verfahrensschritt S7), andernfalls wird im Verfahrensschritt S8 abgefragt, ob die vorgegebene Zeitspanne  $T_1$  seit Start der Brennkraftmaschine abgelaufen ist. Ist das Ergebnis der Abfrage negativ, wird zum Verfahrensschritt S1 verzweigt. Bleibt innerhalb der Zeitspanne  $T_1$  die Temperaturänderung  $\Delta T$  unterhalb des Erwartungswertes  $\Delta T_{SOLL}$ , ist die Prüfung beendet und es wird ein Fehler in einen Fehlerspeicher eingetragen. 10 Zur Steuerung der Brennkraftmaschine wird ein Ersatzwert für das offensichtlich nicht plausible Temperatursignal herangezogen (Verfahrensschritt S10). Der Ersatzwert kann im Fall des Ausfalles des Kühlmitteltemperatursensors entweder aus dem Signal eines Ansauglufttemperatursensors abgeleitet werden oder es kann ein fest abgespeicherter Wert 15 für die Temperatur sein. Eine Fehlerheilung ist während diesem Fahrzyklus nicht mehr möglich.

Wurde in einem vorausgegangenen Fahrzyklus ein Fehler in den Fehlerspeicher eingetragen, so kann die Prüfung auf 20 plausible Änderung des Ausgangssignals des analogen Sensors zur Fehlerheilung herangezogen werden, wie es in der Fig. 2 anhand des angegebenen Ablaufdiagrammes dargestellt ist.

Dieses Verfahren zur Überprüfung einer plausiblen Temperaturänderung zur Fehlerheilung ist mit dem Verfahren zur Fehlererkennung, wie es anhand der Fig. 1 beschrieben ist, zum großen Teil identisch, weshalb die in beiden Verfahren vorkommenden, identischen Verfahrensschritte S2–S5, 30 S7, S8 nicht noch einmal erläutert werden.

Anstelle des Verfahrensschrittes S1 des Fehlererkennungsverfahren nach Fig. 1, bei dem abgefragt wird, ob die Starttemperatur unterhalb des Schwellenwertes liegt, wird nun abgefragt, ob ein Fehlereintrag vorliegt. Ist im vorangegangenen Fahrzyklus kein Fehler eingetragen worden, so 40 wird zum bereits beschriebenen Verfahrensschritt S7 verzweigt.

Die Verfahrensschritte S3–S5 sind identisch mit den entsprechenden Verfahrensschritten in Fig. 1. Im Unterschied zu Verfahrensschritt S6 in Fig. 1 wird nun im Verfahrensschritt S6' nicht die Temperaturänderung  $\Delta T$  mit dem Erwartungswert  $\Delta T_{SOLL}$  verglichen wird, sondern der Betrag der Temperaturänderung  $|\Delta T|$ . Liegt der Betrag der Temperaturänderung  $|\Delta T|$  oberhalb des Erwartungswertes 45  $\Delta T_{SOLL}$ , so gilt der Fehler als geheilt und das Verfahren ist zu Ende (Verfahrensschritt S7).

Bleibt innerhalb der Zeitspanne  $T_1$  der Betrag der Temperaturänderung  $|\Delta T|$  unterhalb des Erwartungswertes  $\Delta T_{SOLL}$ , so wird im Verfahrensschritt S13 festgestellt, daß der Fehler unverändert vorhanden ist und es wird eine 55 Notlaufprozedur eingeleitet (Verfahrensschritt S14).

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Überprüfen von analogen Sensoren, welche für die Betriebsbedingungen einer Brennkraftmaschine repräsentative Meßsignale ( $T$ ) zyklisch erfassen, diese Meßsignale ( $T$ ) einer Steuerungseinrichtung der Brennkraftmaschine zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden und die Sensoren auf der Grundlage von in einer vorgegebenen Zeitspanne auftretenden Meßwertänderungen hinsichtlich der Plausibilität der Meßsignale ( $T$ ) bewertet werden, dadurch  
60

gekennzeichnet, daß

- in einem ersten Fahrzyklus nach dem Start der Brennkraftmaschine überprüft wird, ob sich eine positive Änderung des Meßsignals ( $T$ ) einstellt, wenn das Meßsignal ( $T_{START}$ ) beim Start der Brennkraftmaschine unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes ( $T_{START\_DIAG}$ ) liegt und
- ein Fehlereintrag in einen Fehlerspeicher erfolgt, wenn innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne ( $T_1$ ) die Änderung des Meßsignals ( $\Delta T$ ) ausgedrückt als Differenz zwischen dem Meßsignal ( $T_{START}$ ) beim Start der Brennkraftmaschine und dem aktuellen Wert des Meßsignals ( $T$ ) bei Ablauf der Zeitspanne ( $T_1$ ) einen Erwartungswert ( $\Delta T_{SOLL}$ ) nicht erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung ohne einen Fehlereintrag beendet wird, wenn die Änderung des Meßsignals ( $\Delta T$ ) den Erwartungswert ( $\Delta T_{SOLL}$ ) überschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Eintrag eines Fehlers zur Steuerung der Brennkraftmaschine ein aus weiteren Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine abgeleiteter Ersatzwert für das Meßsignal ( $T$ ) herangezogen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Start der Brennkraftmaschine überprüft wird, ob der Betriebsbereich Schubabschaltung (SA) vorliegt, die Zeiten erfaßt werden, innerhalb derer die Brennkraftmaschine in diesem Betriebsbereich betrieben wird und die Überprüfung abgebrochen wird, wenn die Summe der Zeiten einen vorgegebenen Schwellenwert ( $T_{SA}$ ) überschreitet.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei erfolgtem Fehlereintrag während des vorangegangenen Fahrzyklus der Brennkraftmaschine in dem aktuellen Fahrzyklus und außerhalb des Betriebsbereiches der Schubabschaltung (SA) überprüft wird, ob innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne ( $T$ ) der Betrag der Änderung des Meßsignals  $|\Delta T|$  den Erwartungswert ( $\Delta T_{SOLL}$ ) überschreitet und bei positivem Ergebnis der Abfrage der Fehler als geheilt gilt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehlereintrag endgültig bestätigt wird, wenn der Betrag der Änderung des Meßsignals  $|\Delta T|$  den Erwartungswert ( $\Delta T_{SOLL}$ ) nicht erreicht und dann eine Notlaufprozedur für die Brennkraftmaschine eingeleitet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßsignal ( $T$ ) das Ausgangssignal eines die Temperatur des Kühlmittels der Brennkraftmaschine erfassenden Sensors herangezogen wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

FIG 1

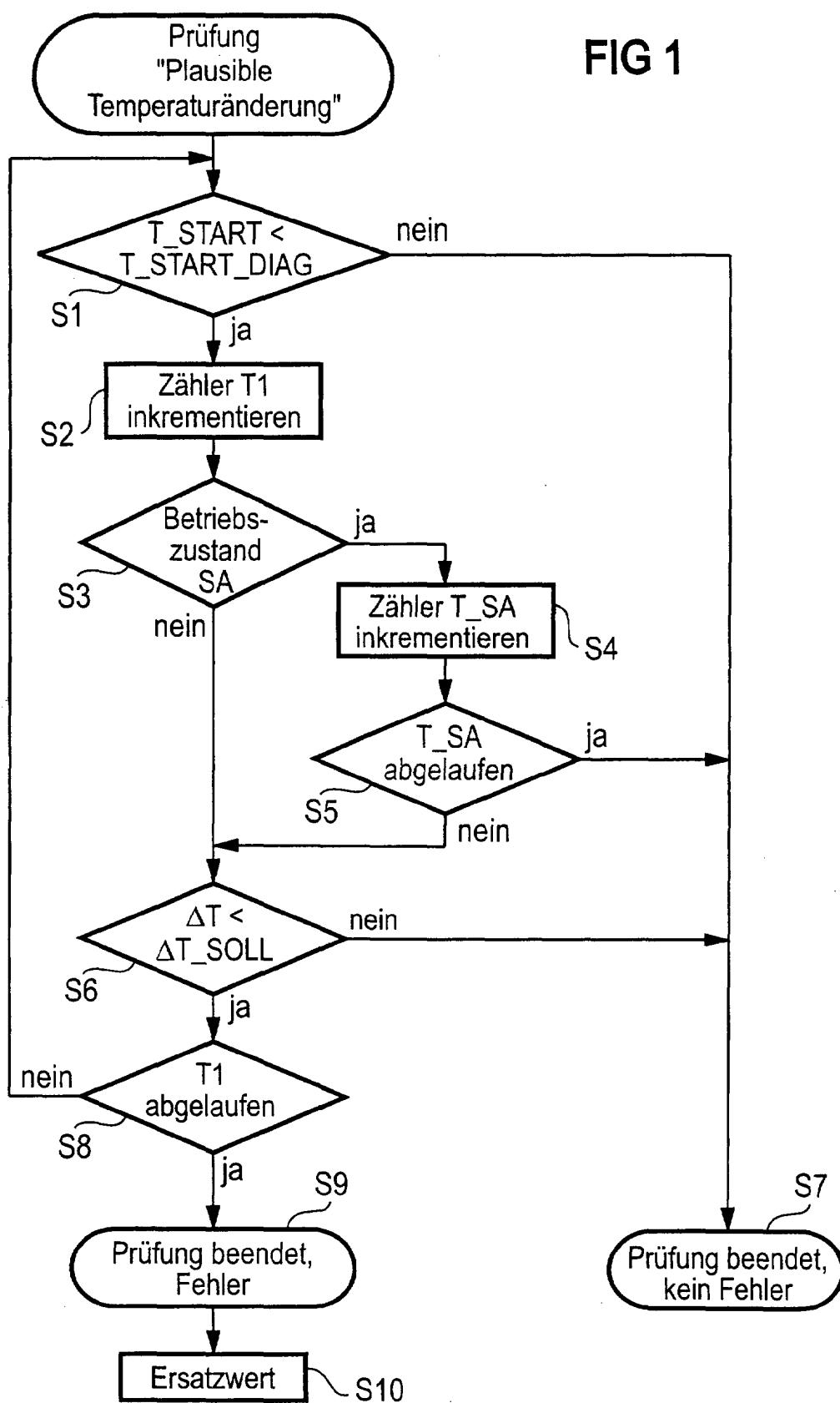


FIG 2

